

Car parameter measurement system uses constant speed and acceleration to find mass and resistance

Patent number: DE10144699
Publication date: 2002-04-04
Inventor: ALTENKIRCH MANFRED (DE); STEGMANN ULRICH (DE)
Applicant: VOLKSWAGENWERK AG (DE)
Classification:
- **international:** G01M17/00; G01M9/00; B62D37/00; B60T8/00; G01L5/13; G01L5/22
- **european:** B60K28/16; B60K41/00E; F16H59/52; G01M17/007
Application number: DE20011044699 20010911
Priority number(s): DE20011044699 20010911; DE20001045952 20000916

Report a data error here

Abstract of DE10144699

A car parameter measurement system determines resistance product and mass by measurement of motor torque at constant speed and acceleration.

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

BEST AVAILABLE COPY



19) **BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT**

12) **Offenlegungsschrift**
10) **DE 101 44 699 A 1**

51) Int. Cl. 7:
G 01 M 17/00
G 01 M 9/00
B 62 D 37/00
B 60 T 8/00
G 01 L 5/13
G 01 L 5/22

21) Aktenzeichen: 101 44 699.3
22) Anmeldetag: 11. 9. 2001
43) Offenlegungstag: 4. 4. 2002

66) Innere Priorität:
100 45 952. 8 16. 09. 2000

71) Anmelder:
Volkswagen AG, 38440 Wolfsburg, DE

72) Erfinder:
Altenkirch, Manfred, 38553 Wasbüttel, DE;
Stegmann, Ulrich, 38122 Braunschweig, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

- 54) Verfahren zur Bestimmung des aktuellen Produktes aus Luftwiderstandsbeiwert und Fläche und der aktuellen Fahrzeugmasse
- 57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Bestimmung des aktuellen Produktes aus Luftwiderstandsbeiwert (c_w) und Fläche (A) und der aktuellen Fahrzeugmasse (m) eines durch Vortriebskräfte in seiner Längsrichtung bewegten Kraftfahrzeuges.
- Es ist vorgesehen, dass anhand von gemessenen Fahrzeugdaten, wie Fahrgeschwindigkeit (v), Beschleunigung (a), und den Messwerten des Antriebsstranges unter Berücksichtigung der Getriebeübersetzung und der auftretenden bekannten Verluste der Luftwiderstandsbeiwert (c_w) und die aktuelle Fahrzeugmasse (m) mit Hilfe eines iterativen Verfahrens bestimmt werden.

DE 101 44 699 A 1

DE 101 44 699 A 1

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Bestimmung des aktuellen Produktes aus Luftwiderstandsbeiwert und Fläche und der aktuellen Fahrzeugmasse mit den in den Oberbegriffen der Ansprüche 1 und 2 genannten Merkmalen.

5 [0002] Um eine optimale Regelung und Steuerung der Fahrdynamik eines Fahrzeuges während der Fahrt durchführen zu können, ist die genaue Kenntnis der Fahrzeugdaten, wie die aktuelle Fahrzeugmasse und das aktuelle Produkt aus Luftwiderstandsbeiwert und Fläche, von großer Bedeutung. Bisher war es üblich, für die Regelung und Steuerung der Fahrdynamik eines Fahrzeuges konstante Mittelwerte für das aktuelle Produkt aus Luftwiderstandsbeiwert und Fläche und die Fahrzeugmasse zu verwenden. Die entsprechende Regelung der Fahrdynamik des Fahrzeuges war ungenau und
10 hat demzufolge einen höheren Kraftstoffverbrauch zur Folge.

[0003] Aus der DE 42 28 413 A1 ist es bekannt, während der Fahrt die aktuelle Fahrzeugmasse und den Fahrwiderstand zu bestimmen und die erhaltenen Werte für die Regelung der Fahrdynamik des Fahrzeuges zu verwenden. Dabei wird die aktuelle Fahrzeugmasse dadurch bestimmt, dass wenigstens zwei Längsbeschleunigungen zu zwei unterschiedlichen Zeitpunkten und dazu die zu diesen Zeitpunkten vorliegenden Vortriebskräfte erfasst werden. Aus der Differenz
15 der Vortriebskräfte und der Differenz der Längsbeschleunigungen wird dann die aktuelle Fahrzeugmasse bestimmt. Der aktuelle Fahrwiderstand des Fahrzeuges wird ermittelt aus der Differenz zwischen der momentanen Vortriebskraft und dem Produkt aus der momentanen Vortriebsbeschleunigung und der bestimmten Fahrzeugmasse.

[0004] Der Nachteil dieser Methode zur Bestimmung der Fahrzeugmasse und des Fahrwiderstandes besteht darin, dass die Genauigkeit der ermittelten Werte abhängig von einer nennenswerten Differenz der Vortriebsbeschleunigung ist. Das bedeutet, dass eine Ermittlung von einigermaßen zuverlässigen Werten nur bei einem größeren Beschleunigungssprung innerhalb eines kurzen Zeitraumes erfolgen kann. Außerdem sollen sich die Fahrwiderstände zwischen den beiden Zeitpunkten nicht wesentlich ändern. Diese Voraussetzung beinhaltet aber schon einen Widerspruch in sich, da bei einer Beschleunigung zwangsweise sich die Fahrwiderstände erhöhen. Somit stellen die ermittelten Werte auch nur annähernde Werte dar; eine optimale Regelung der Fahrdynamik des Fahrzeuges ist mit den ermittelten Werten nicht möglich.

25 [0005] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur aktuellen Bestimmung des aktuellen Produktes aus Luftwiderstandsbeiwert und Fläche und der Fahrzeugmasse während der Fahrt aufzuzeigen, dessen ermittelte Werte sich durch eine hohe Genauigkeit auszeichnen und bei dem die Ermittlung der Werte ohne großen zusätzlichen Aufwand mit Hilfe von vorhandenen Sensoren und Messdaten erfolgt.

[0006] Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren zur Bestimmung des Luftwiderstandsbeiwertes und der Fahrzeugmasse mit den im Anspruch 1 genannten Merkmalen gelöst. Dadurch, dass
30

(a) bei einer konstanten Fahrgeschwindigkeit v und einer vernachlässigbar kleinen gemessenen Längsgesamtbeschleunigung a , bei der $a_v + a_{\text{Berg}} \approx 0$ mit $a_v \approx 0$ und $A_{\text{Berg}} = 0$ ist, über die CAN-Messwerte des Antriebsstranges die momentanen Motormomente und die vorliegende Getriebeübersetzung erfasst werden und unter Berücksichtigung der für das Fahrzeug bekannten Verluste durch Nebenaggregate und Wirkungsgrade die momentane Gesamtradvortriebskraft F_{Rad} bestimmt wird,

(b) die Rollwiderstandskraft F_{Roll} durch die zuletzt ermittelte Fahrzeugmasse m und durch einen angenommenen Rollwiderstandsbeiwert f bestimmt wird,

(c) aus der Differenz zwischen der Gesamtradvortriebskraft F_{Rad} und der Rollwiderstandskraft F_{Roll} die momentane Luftwiderstandskraft F_{cw} bestimmt wird,

(d) und mittels der bestimmten Luftwiderstandskraft F_{cw} und der dazugehörigen konstanten Fahrgeschwindigkeit v gemäß der Formel

$$c_w \cdot A = \frac{F_{\text{cw}} \cdot 2}{v^2 \cdot \zeta_L} \quad (5)$$

das aktuelle Produkt aus dem Luftwiderstandsbeiwert c_w und der Fläche A des Fahrzeuges ermittelt wird,

50 wird mit Hilfe der während der Fahrt des Fahrzeuges ermittelten Kenngrößen das aktuelle Produkt aus der Fläche und dem Luftwiderstandsbeiwert ohne zusätzlichen Mehraufwand bestimmt. Dabei ist es besonders vorteilhaft, dass die entsprechenden Kenngrößen ohne zusätzlichen Sensoraufwand ermittelt werden können. Die Bestimmung des Produktes aus Fläche und Luftwiderstandsbeiwert zeichnet sich aufgrund einer hohen Vielzahl von Messergebnissen durch eine hohe Genauigkeit aus.

[0007] Die der Erfindung zugrundeliegende Aufgabe wird weiterhin durch ein Verfahren zur Bestimmung der aktuellen Fahrzeugmasse mit den im Anspruch 2 genannten Merkmalen gelöst. Dadurch, dass
55

(e) bei einer gemessenen Längsgesamtbeschleunigung $a \neq 0$ über die CAN-Messwerte des Antriebsstranges die momentanen Motormomente und die vorliegende Getriebeübersetzung erfasst werden und unter Berücksichtigung der für das Fahrzeug bekannten Verluste durch Nebenaggregate und Wirkungsgrade die momentane Gesamtradvortriebskraft F_{Rad} bestimmt wird,

(f) die Rollwiderstandskraft F_{Roll} durch die zuletzt ermittelte Fahrzeugmasse m und durch einen angenommenen Rollwiderstandsbeiwert f bestimmt wird,

(g) die Luftwiderstandskraft F_{cw} aus dem Produkt aus Fläche A und dem Luftwiderstandsbeiwert c_w und der Fahrgeschwindigkeit v bestimmt wird,

65 (h) die Längsgesamtbeschleunigung $a = a_v + a_{\text{Berg}}$ als Messwert aus einem Längsbeschleunigungssensor erfasst wird,

(i) und mittels der bestimmten Werte der Gesamtradvortriebskraft F_{Rad} , der Luftwiderstandskraft F_{cw} der Rollwiderstandskraft F_{Roll} und der dazugehörigen Gesamtbeschleunigung a gemäß der Formel

$$m = \frac{F_{\text{Rad}} - F_{\text{cw}} - F_{\text{Roll}}}{a} \quad (10)$$

die aktuelle Fahrzeugmasse m ermittelt wird,

wird mit Hilfe der während der Fahrt des Fahrzeuges ermittelten Kenngrößen die aktuelle Fahrzeugmasse ohne zusätzlichen Mehraufwand bestimmt. Dabei ist es besonders vorteilhaft, dass die entsprechenden Kenngrößen ohne zusätzlichen Sensoraufwand ermittelt werden können. Die Bestimmung der aktuellen Fahrzeugmasse zeichnet sich aufgrund einer hohen Vielzahl von Messergebnissen durch eine hohe Genauigkeit aus. Der besondere Vorteil dieses Verfahrens besteht darin, dass die Fahrzeugmasse in Fahrsituationen bestimmt werden kann, in denen die gemessene Längsgesamtbeschleunigung ungleich Null ist.

[0008] In einer bevorzugten Ausgestaltung der Erfindung wird das ermittelte Produkt aus der Fläche und dem Luftwiderstandsbeiwert und die zuletzt ermittelte Fahrzeugmasse zur Steuerung und Regelung der Fahrdynamik des Fahrzeuges verwendet. Das hat zur Folge, dass durch die relativ genau bestimmten Größen des Produktes aus Fläche und Luftwiderstandsbeiwert und der zuletzt ermittelten Fahrzeugmasse eine sehr genaue Steuerung und Regelung der Fahrdynamik des Fahrzeuges vorgenommen werden kann. Entsprechende Fahreinflüsse werden schnell ermittelt und bei der Regelung des Motors und des Antriebsstranges berücksichtigt. Dadurch ist es möglich, den Kraftstoffverbrauch zu reduzieren und den Motor- und Fahrzeugreifenverschleiß zu verringern. Außerdem werden die bestimmten Größen des Produktes aus Fläche und Luftwiderstandsbeiwert und der zuletzt ermittelten Fahrzeugmasse für die Optimierung der Schaltstrategie einer automatischen Getriebebesteuerung herangezogen. Des Weiteren werden die ermittelten Fahrwerte zur Steuerung der Brems- und Fahrstabilitätssysteme des Fahrzeuges verwendet.

[0009] Weitere bevorzugte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den übrigen, in den Unteransprüchen genannten Merkmalen.

[0010] Die Erfindung wird nachfolgend in Ausführungsbeispielen näher erläutert.

[0011] Bei einem ersten erfindungsgemäßen Verfahren zur Bestimmung des aktuellen Produktes aus der Fläche A und dem Luftwiderstandsbeiwert c_w und der aktuellen Fahrzeugmasse m wird davon ausgegangen, dass die Fahrgeschwindigkeit v konstant und die Längsgesamtbeschleunigung a vernachlässigbar klein ist. Die Längsgesamtbeschleunigung a ergibt sich dabei aus der Fahrbeschleunigung a_v und der Beschleunigung am Berg a_{Berg} ($a = a_v + a_{\text{Berg}}$), wobei der Betrag dieser Beschleunigung a als Messwert aus der Sensorlängsbeschleunigungsmessung vorliegt.

[0012] Bei diesem Verfahren zur Bestimmung des Produktes aus der Fläche A und dem Luftwiderstandsbeiwert c_w und der zuletzt ermittelten Fahrzeugmasse m eines durch Vortriebskräfte in seiner Längsrichtung bewegten Kraftfahrzeuges errechnet sich die Gesamtradvortriebskraft F_{Rad} des Fahrzeuges aus folgender Formel:

$$F_{\text{Rad}} = F_{\text{cw}} + F_{\text{Roll}} + F_{\text{Beschl}} + F_{\text{Berg}} \quad (1)$$

[0013] Dabei bedeutet F_{Rad} die Gesamtradvortriebskraft, F_{cw} die Luftwiderstandskraft, F_{Roll} die Rollwiderstandskraft, F_{Beschl} die Beschleunigungswiderstandskraft und F_{Berg} die Steigungswiderstandskraft.

[0014] Die Steigungswiderstandskraft F_{Berg} und die Beschleunigungswiderstandskraft F_{Beschl} ergibt sich dabei aus

$$F_{\text{Berg}} = m \cdot g \cdot \sin \alpha = m \cdot a_{\text{Berg}} \quad (2)$$

$$F_{\text{Berg}} = m \cdot g \cdot \sin \alpha = m \cdot a_{\text{Berg}} \quad (2)$$

$$F_{\text{Beschl}} = m \cdot \frac{dv}{dt} = m \cdot a, \quad (3)$$

wobei m die Fahrzeugmasse, g die Erdbeschleunigung, α der Steigungs- beziehungsweise der Gefällewinkel, a_{Berg} die Fahrzeugbeschleunigung am Berg, und dv/dt die Ableitung der Geschwindigkeit v nach der Zeit t und somit die Fahrzeugbeschleunigung a_v bedeutet.

[0015] Die Bestimmung des aktuellen Produktes aus der Fläche A und dem Luftwiderstandsbeiwert c_w eines in seiner Längsrichtung bewegten Kraftfahrzeuges erfolgt erfindungsgemäß bei einer konstanten Fahrgeschwindigkeit v und einer vernachlässigbar kleinen Gesamtbeschleunigung a . Das heißt, der Wert der Beschleunigung a_v und a_{Berg} ist nahezu Null. Damit werden die Werte F_{Beschl} und F_{Berg} entsprechend den Formeln (2) und (3) zu Null beziehungsweise sie sind vernachlässigbar klein. Bei Einhaltung dieser Randbedingung werden über die CAN-Messwerte des Antriebsstranges die momentanen Motormomente und die dabei vorliegende Getriebeübersetzung erfasst und unter Berücksichtigung der für das Fahrzeug bekannten Verluste durch Nebenaggregate und Wirkungsgrade erfolgt die Bestimmung der momentanen Gesamtradvortriebskraft F_{Rad} . Die Bestimmung der Rollwiderstandskraft F_{Roll} erfolgt mittels der zuletzt ermittelten Fahrzeugmasse m und eines angenommenen Rollwiderstandsbeiwertes f nach der Formel:

$$F_{\text{Roll}} = f \cdot m \cdot g \quad (4)$$

[0016] Der Rollwiderstandsbeiwert f charakterisiert im Wesentlichen den Zustand der Straßendecke und ist aus entsprechenden Fachbüchern für den jeweiligen Straßenbelag zu entnehmen. Aus der Differenz zwischen der Gesamtradvortriebskraft F_{Rad} und der Rollwiderstandskraft F_{Roll} wird die momentane Luftwiderstandskraft F_{cw} bestimmt, die auf das fahrende Fahrzeug einwirkt. Danach erfolgt bei der erfassten konstanten Geschwindigkeit v die Ermittlung des aktu-

ellen Luftwiderstandsbeiwertes c_w , der auf den bekannten Querschnitt A des Fahrzeuges einwirkt, gemäß der Formel

$$c_w \cdot A = \frac{F_{cw} \cdot 2}{v^2 \cdot \zeta_L} \quad (5)$$

[0017] wobei in der Formel (5) ζ_L der Dichte der Luft entspricht.

[0018] Erfindungsgemäß wird zur ersten Bestimmung der Rollwiderstandskraft F_{Roll} , eine angenommene annähernde Fahrzeugmasse m_1 verwendet. Dabei wird die annähernde Fahrzeugmasse m_1 aus der bekannten Fahrzeugleermasse und einer mittleren Fahrzeugzuladung gebildet. Bei der weiteren Bestimmung des Produktes aus der Fläche A und dem Luftwiderstandsbeiwert c_w und der Fahrzeugmasse m wird zur Bestimmung der Rollwiderstandskraft F_{Roll} die vorher zuletzt ermittelte Fahrzeugmasse m verwendet.

[0019] Bei einem weiteren erfindungsgemäßen Verfahren zur Bestimmung der aktuellen Fahrzeugmasse m eines in seiner Längsrichtung bewegten Kraftfahrzeuges wird davon ausgegangen, dass die Beschleunigung a des Kraftfahrzeuges ungleich Null ist. Die Längsgesamtbeschleunigung a ergibt sich dabei aus der Fahrbeschleunigung a_v und der Beschleunigung am Berg a_{Berg} ($a = a_v + a_{Berg}$), wobei der Betrag dieser Beschleunigung a als Messwert aus der Sensorlängsbeschleunigungsmessung vorliegt.

[0020] Zur Bestimmung der aktuellen Fahrzeugmasse m wird vorausgesetzt, dass die Gesamtradvortriebskraft F_{Rad} , die Rollwiderstandskraft F_{Roll} , die Luftwiderstandskraft F_{cw} und die Gesamtbeschleunigung a bekannt sind.

[0021] Über die CAN-Messwerte des Antriebstranges werden die momentanen Motormomente und dabei die vorliegende Getriebeübersetzung erfasst und unter Berücksichtigung der für das Fahrzeug bekannten Verluste durch Nebenaggregate und Wirkungsgrade erfolgt die Bestimmung der momentanen Gesamtradvortriebskraft F_{Rad} .

[0022] Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren wird weiterhin davon ausgegangen, dass die Rollwiderstandskraft F_{Roll} in funktionaler Beziehung zur Masse des Fahrzeuges steht, so dass

$$F_{Roll} = f(m) \quad (6)$$

ist.

[0023] Erfindungsgemäß wird zur ersten Bestimmung der Rollwiderstandskraft F_{Roll} ebenfalls eine angenommene annähernde Fahrzeugmasse m_1 verwendet. Dabei wird die angenommene annähernde Fahrzeugmasse m_1 aus der bekannten Fahrzeugleermasse und aus einer mittleren Zuladung gebildet. Bei der weiteren Bestimmung der Fahrzeugmasse m wird dann jeweils zur Bestimmung der Rollwiderstandskraft F_{Roll} die vorher zuletzt ermittelte Fahrzeugmasse m verwendet.

[0024] Zur angenäherten Berechnung der Rollwiderstandskraft F_{Roll} wird ein Rollwiderstandsbeiwert f verwendet. Der Rollwiderstandsbeiwert f charakterisiert im Wesentlichen den Zustand der Straßendecke und ist, wie bereits erwähnt, aus entsprechenden Fachbüchern für den jeweiligen Straßenbelag zu entnehmen.

[0025] Da sich während der Fahrt keine wesentlichen Unterschiede Δm im Betrag der Fahrzeugmasse m ergeben und die Ermittlung nur erfolgt, wenn

$$F_{Roll} \ll (F_{Berg} + F_{Beschl}),$$

ist die Differenz ΔF_{Roll} , der Rollwiderstandskraft F_{Roll} aufgrund der mathematischen Beziehung

$$\Delta F_{Roll} = f(\Delta m) \quad (7)$$

vernachlässigbar klein.

[0026] Die Bestimmung der Luftwiderstandskraft F_{cw} erfolgt ebenfalls in der Weise, wie sie in den vorstehenden Ausführungen erläutert wurde.

[0027] Die Gesamtbeschleunigung a des Fahrzeuges wird als Messwert von einem Längsbeschleunigungssensor erfasst.

[0028] Der Erfindung liegt weiterhin die Überlegung zugrunde, dass die Beschleunigungskraft F_a des Fahrzeuges sich aus der Summe der Beschleunigungswiderstandskraft F_{Beschl} und der Steigungswiderstandskraft F_{Berg} ergibt, wobei der Betrag der Beschleunigungskraft F_a über die Messwerte des Längsbeschleunigungssensors ermittelbar ist.

[0029] Das bedeutet:

$$F_a = F_{Beschl} + F_{Berg} = m(a_v + a_{Berg}), \quad (8)$$

so dass

$$F_a = m \cdot a$$

ist.

[0030] Unter Berücksichtigung der Formel (1) folgt daraus:

$$F_{Rad} = F_{cw} + F_{Roll} + m \cdot a \quad (9)$$

[0031] Durch Umstellen dieser Formel erhält man dann die mathematische Beziehung, aus der sich die Fahrzeugmasse m errechnen lässt:

$$m = \frac{F_{Rad} - F_{cw} - F_{Roll}}{a} \quad (10)$$

[0032] Das während der Fahrt aktuell ermittelte Produkt aus der Fläche A und dem Luftwiderstandsbeiwert c_w und die jeweilig zuletzt ermittelte Fahrzeugmasse m wird zur Steuerung und Regelung der Fahrdynamik des Fahrzeuges, insbesondere zur elektrischen Getriebesteuerung und zur Steuerung der Brems- und Fahrstabilitätssysteme des Fahrzeuges, verwendet.

[0033] Durch die erfindungsgemäße Bestimmung des aktuellen Produktes aus der Fläche A und dem Luftwiderstandsbeiwert c_w und der zuletzt ermittelten Fahrzeugmasse m mit den vorhandenen Messwerten des Antriebsstranges werden die entsprechenden Kenngrößen zur Steuerung und Regelung der Fahrdynamik des Fahrzeuges mit einer hohen Genauigkeit und ohne zusätzlichen Mehraufwand ermittelt, so dass durch die Steuerung und Regelung der Fahrdynamik der Kraftstoffverbrauch reduziert und die Belastung des Antriebs- und Getriebeaggregates verringert wird. Außerdem tragen die ermittelten Fahrkennwerte zur Erhöhung der Brems- und Fahrstabilität bei.

[0034] Insbesondere schafft die erfindungsgemäße Lösung in vorteilhafter Weise die Voraussetzungen dafür, die aktuelle Fahrzeugmasse m in unterschiedlichen Fahrsituationen des Kraftfahrzeuges zu bestimmen. Die Fahrzeugmasse m kann durch die Erfindung sowohl bei einer konstanten Fahrgeschwindigkeit v des Kraftfahrzeuges als auch bei einer nicht konstanten Fahrgeschwindigkeit v, also in Fahrsituationen mit einer Beschleunigung a des Kraftfahrzeuges, bestimmt werden.

BEZUGSZEICHENLISTE

A größter Querschnitt des Fahrzeuges
 a Beschleunigung
 a_v Fahrbeschleunigung
 a_{Berg} Beschleunigung am Berg
 c_w Luftwiderstandsbeiwert
 F_a Beschleunigungskraft
 F_{Berg} Steigungswiderstandskraft
 F_{Beschl} Beschleunigungswiderstandskraft
 F_{cw} Luftwiderstandskraft
 F_{Rad} Gesamtradvortriebskraft
 F_{Roll} Rollwiderstandskraft
 f Rollwiderstandsbeiwert
 g Erdbeschleunigung
 m Fahrzeugmasse
 m_l angenommene Fahrzeugmasse
 t Zeit
 v Fahrgeschwindigkeit
 α Steigungs- bzw. Gefällewinkel
 ζ_L Dichte der Luft

Patentansprüche

1. Verfahren zur Bestimmung des aktuellen Produktes aus Luftwiderstandsbeiwert (c_w) und Fläche (A) und der aktuellen Fahrzeugmasse (m) eines durch Vortriebskräfte in seiner Längsrichtung bewegten Kraftfahrzeuges, **dadurch gekennzeichnet**, dass

- bei einer konstanten Fahrgeschwindigkeit (v) und einer vernachlässigbar kleinen gemessenen Längsgesamtbeschleunigung (a), bei der $a_v + a_{Berg} \approx 0$ mit $a_v \approx a_{Berg} = 0$ ist, über die CAN-Messwerte des Antriebsstranges die momentanen Motormomente und die vorliegende Getriebeübersetzung erfasst werden und unter Berücksichtigung der für das Fahrzeug bekannten Verluste durch Nebenaggregate und Wirkungsgrade die momentane Gesamtradvortriebskraft (F_{Rad}) bestimmt wird,
- die Rollwiderstandskraft (F_{Roll}) durch die Fahrzeugmasse (m) und durch einen angenommenen Rollwiderstandsbeiwert (f) bestimmt wird,
- aus der Differenz zwischen der Gesamtradvortriebskraft (F_{Rad}) und der Rollwiderstandskraft (F_{Roll}) die momentane Luftwiderstandskraft (F_{cw}) bestimmt wird,
- und mittels der bestimmten Luftwiderstandskraft (F_{cw}) und der dazugehörigen konstanten Fahrgeschwindigkeit (v) gemäß der Formel

$$c_w \cdot A = \frac{F_{cw} \cdot 2}{v^2 \cdot \zeta_L} \quad (5)$$

das aktuelle Produkt aus dem Luftwiderstandsbeiwert (c_w) und der Fläche (A) des Fahrzeuges ermittelt wird.

2. Verfahren zur Bestimmung der aktuellen Fahrzeugmasse (m) eines durch Vortriebskräfte in seiner Längsrichtung bewegten Kraftfahrzeuges, dadurch gekennzeichnet, dass
- (e) bei einer gemessenen Längsgesamtbeschleunigung $a \neq 0$ über die CAN-Messwerte des Antriebsstranges die momentanen Motormomente und die vorliegende Getriebeübersetzung erfasst werden und unter Berücksichtigung der für das Fahrzeug bekannten Verluste durch Nebenaggregate und Wirkungsgrade die momentane Gesamtradvortriebskraft (F_{Rad}) bestimmt wird,
 - (f) die Rollwiderstandskraft (F_{Roll}) durch die Fahrzeugmasse (m) und durch einen angenommenen Rollwiderstandsbeiwert (f) bestimmt wird,
 - (g) die Luftwiderstandskraft F_{cw} aus dem Produkt aus Fläche (A) und dem Luftwiderstandsbeiwert c_w und der Fahrgeschwindigkeit v bestimmt wird,
 - (h) die Längsgesamtbeschleunigung $a = a_v + a_{Berg}$ als Messwert aus einem Längsbeschleunigungssensor erfasst wird,
 - (i) und mittels der bestimmten Werte der Gesamtradvortriebskraft (F_{Rad}), der Rollwiderstandskraft (F_{Roll}), der Luftwiderstandskraft (F_{cw}) und der dazugehörigen Gesamtbeschleunigung (a) gemäß der Formel

$$m = \frac{F_{Rad} - F_{cw} - F_{Roll}}{a} \quad (10)$$

die aktuelle Fahrzeugmasse (m) ermittelt wird.

- 3. Verfahren nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, dass zur Bestimmung der aktuellen Fahrzeugmasse (m) die nach der Bestimmung des Produktes aus der Fläche (A) und dem Luftwiderstandsbeiwert (c_w) ermittelte Luftwiderstandskraft (F_{cw}) verwendet wird.
- 4. Verfahren nach den Ansprüchen 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, dass zur ersten Bestimmung der Rollwiderstandskraft (F_{Roll}) eine angenommene annähernde Fahrzeugmasse (m_1) verwendet wird.
- 5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die angenommene annähernde Fahrzeugmasse (m_1) aus der bekannten Fahrzeugleermasse und aus einer mittleren Zuladung gebildet wird.
- 6. Verfahren nach Anspruch 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass das erste Produkt aus der Fläche (A) und dem Luftwiderstandsbeiwert (c_w) aus den bekannten Standarddaten des Fahrzeuges entnommen wird.
- 7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zur weiteren Bestimmung der Rollwiderstandskraft (F_{Roll}) die zuletzt ermittelte Fahrzeugmasse (m) verwendet wird.
- 8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die zuletzt ermittelte Fahrzeugmasse (m) zur weiteren Bestimmung des Produktes aus Fläche (A) und dem Luftwiderstandsbeiwert (c_w) verwendet wird.
- 9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das zuletzt ermittelte Produkt aus Fläche (A) und Luftwiderstandsbeiwert (c_w) und die zuletzt ermittelte Fahrzeugmasse (m) zur Steuerung und Regelung der Fahrdynamik des Fahrzeuges verwendet werden.
- 10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das zuletzt ermittelte Produkt aus der Fläche (A) und dem Luftwiderstandsbeiwert (c_w) und die zuletzt ermittelte Fahrzeugmasse (m) zur elektrischen Getriebesteuerung und zur Steuerung der Brems- und Fahrstabilitätssysteme des Fahrzeuges verwendet werden.